



TITLE:

ESRと常磁性 : 反強磁性転移(「二次の相転移」研究会)

AUTHOR(S):

伊達, 宗行

CITATION:

伊達, 宗行. ESRと常磁性 : 反強磁性転移(「二次の相転移」研究会). 物性研究 1963, 1(1): 68-70

ISSUE DATE:

1963-10-15

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/85476>

RIGHT:

NaNO_2 はその強誘電性に関係して、多くの重要な研究が国内で行われてきた。われわれは Na の核磁気共鳴を測定して、何等かの新しい知識を得ようと試みた。しかし、元来、この塩の双極子としては NO_2 イオンが荷っており、 Na の N.M.R. に関しては NO_2 の反転に伴ってその位置も変化するので、量的な知識を得ることは困難であつた。しかし、order した状態でも、 e^2qQ に異常に大きい温度変化が認められること、転移点では少しではあるが jump らしい様子を示すこと、更により高温でも e^2gQ の減少が観測されることなど、他のイオン結晶に比してかなり特異な性質を示すことが判つた。しかし、 Na の測定では NO_2 それ自身での測定に比して得られる知識に限界が生ずることは当然であつて、われわれの実験結果もその解釈は困難であつた。 e^2qQ 以外に、 μ 及び T_1 の温度変化をも測定した。

E S R と常磁性—反強磁性転移

伊達 宗行（阪大理）

ネール温度 T_N を持つ反強磁性体は、一般に $T > T_N$ で常磁性共鳴、 $T < T_N$ では反強磁性共鳴を示すが、 $T \sim T_N$ では常磁性及び反強磁性共鳴共にかなりいちじるしい line broadening を示す事が知られており、これは Para-antiferro transition における short range order effect の一つの表現と見なされている。

ここではこの line broadening に注目し、これが short range order effect の比較的少い、いわば完全な反強磁性体から、非常に多くの short range order effect を示し T_N より高温側に多くのエントロピーを残しているような不完全な反強磁性体に至る色々の物質の中から、特に代表的

性質を示すもの若干について degree of short range order と line width の温度・角度・磁場（周波数）依存性等の実験的諸関係について考察を行うと次のようになる。short range order effect が効いている目安として比熱 C_P の様子、及び magnetic susceptibility が maximum を示す温度 $T_{x \max}$ と T_N とのズレを考慮して、これら磁性体を次の4グループに分類する。

- (1) C_P が λ 型で $(T_{x \max} - T_N)/T_N \ll 1$ の場合。この場合は short range order effect の比較的少ない場合で MnF_2 、 $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 等で代表できる。
- (2) C_P は左右対称型に近く、 $(T_{x \max} - T_N)/T_N \lesssim 1$ 。この例としては $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 、 MnCl_2 等がある。
- (3) C_P は大分くづれて来て、 $(T_{x \max} - T_N)/T_N \gtrsim 1$ 。short range order effect は大分大きくなり、この分類に属する $\text{CuF}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ では $T_N = 11^\circ\text{K}$ 、 $T_{x \max} = 26^\circ\text{K}$ と大巾にずれてくる。
- (4) C_P は完全に two peak 型となり $(T_{x \max} - T_N)/T_N \gg 1$ 。例として $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4 \text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Cu}(\text{C}_6\text{H}_5\text{COO})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ があげられる。

以上いづれも ESR でよく調べられた反強磁性体であるが、一般的な結論として

- (a) $T < T_N$ では例外なしに 0°K に向つて急速な線巾の減少が見られるが residual width についての確信あるデータはまだない。
- (b) $T > T_N$ では short range order が増せば増す程線巾は高温へと broadening tendency を拡げる。一般的にいつて $T_{x \max}$ よりちよつと高い温度から以下で急速な broadening が初まり T_N 近傍では数倍から数十倍、高温時の巾にくらべて広がっている。
- (c) グループ3あたりまではこの broadening も大体 isotropic であるが short range order effect のとくに大きいグループ4などでは温度

を T_N に向けて下げた場合に大きな anisotropic broadening を示し、
時としては強い narrowing を示す事がある。

以上ごく大ざっぱな結果をまとめたがこの中で(a),(b) は一般的に充分理解し得る現象である。たゞ(c)については少くとも現在では理解困難な現象が多く、定性的にも、又更に定量的な段階までにまだかなりの努力を要すると思われる。

スピンの 2 体 相 関

川崎 恭治 (名大工)

スピンの 2 体相関函数のキュリー点近傍における、スピン間の距離が大きい時の漸近的振舞についての最近の理論的研究について報告する。簡単のため、単純な強磁性体に話を限る事にし T_c 以下の自発磁化の方向を Z 軸にとる。最初 of ミクロな立場からの理論的取扱いは、分子場近似を用いて、de Gennes (1956) によつてなされ相関函数 $G^\alpha(R)$ のフーリエ変換 $G^\alpha(k)$ ($\alpha = x, y, z$) の $k \rightarrow 0$ での漸近型は次のように与えられた。

$$(i) \quad T > T_c \quad G^z(k) \propto \frac{1}{r_1^2} \frac{1}{\kappa_1^2 + k^2} \quad \kappa_1^2 = \frac{z}{a^2} \frac{T - T_c}{T_c},$$

$$r_1^2 = \frac{a^2}{z} \frac{T_c}{T}$$

$$G^z(R) \propto \frac{e^{-\kappa_1 R}}{R} \quad [\text{Ornstein-Zernike 型}]$$

$$(\kappa_1 r_1)^2 \propto 1/\chi, \quad \chi: \text{帯磁率}$$